

Ús d'*Arabidopsis thaliana* per identificar possibles gens candidats davant el canvi global.

Alumna: Laura Pérez Martín Grau: Biologia Ambiental Professor tutor: Francisco José Rodríguez-Trelles Asdruga



Introducció

1. Les activitats antròpiques són la causa principal de l'escalfament global actual i acceleren el procés. Davant un escenari de canvi global hi ha una sèrie de modificacions que afecten a tots els compartiments terrestres. [1]

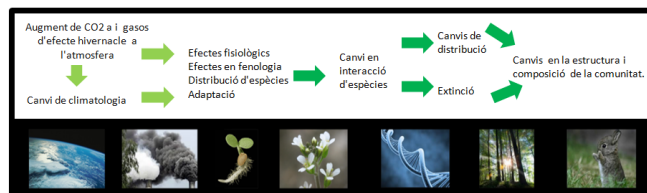


Figura 1. Gràfic de fletxes traduït i adaptat [2] Efectes directes i indirectes a les comunitats biòtiques a causa del canvi climàtic i la pujada de concentració de CO2 a l'atmosfera.

2. Hi ha hagut un interès en l'ús d'*Arabidopsis thaliana* com a planta model per explorar els mecanismes ecològics i genètics de l'adaptació. [4,6,7,8,9,10]

No és cultiu
Molt estudiada
Cicle vital és curt
Distribució cosmopolita
Genoma petit (5 cromosomes)
Fàcilment cultivable a laboratori



Figura 2. *Arabidopsis thaliana*.

Resultats

Cromosoma	Lloc	Variable climàtica	Tret	Nom del gen	Funció molecular
1	GER	Estacionalitat de la temperatura	Nombre de siliqua	LAC1	Lacase (procés catabòlic de la lignina)
2	GER	Precipitació durant la part més calorosa de l'any	Supervivència	CHR8	Reconeixement de senyals de partícules d'unió
2	GER			PHYB	Fotoreceptor de G proteïna (ABA metabolisme)
3	FIN	Precipitació durant la part més freda de l'any	Supervivència	A-TIP	Transportador de membrana d'amoni
3				NID4	Activitat de transport d'electrons (Fotosistema 1)
4	FIN	Isothermality	Supervivència	SAG21	Privació d'aigua
4			Nombre siliqua	PARP1	NAD ADP Ribotransferasa

Figura 5. Taula resum dels gens candidats a estar relacionats amb diferents variables climàtiques. S'observa el cromosoma, centrocide geogràfic de l'al·lel, tret mesurat, nom del gen i funció molecular [9].

•La fitness del fruit difereix entre ecotips, dins de cada lloc de plantació → variacions hereditàries entre les poblacions d'origen.
•Els al·lels que tenien una fitness més elevada, d'un lloc determinat, eren més abundants localment → Adaptació local d'un locus a un determinat ambient
•Els polimorfismes situats en els límits de distribució no han demostrat adaptació local → Nombre baix d'efectes que ha esbiaixat el resultat.
•Al·lels que codifiquen per a caràcters importants per a la planta, van ser independents entre punts geogràfics diferents. →L'adaptació local pot ser per diferents mecanismes genètics que poden facilitar la resposta evolutiva flexible davant de canvis del seu entorn.
•Els al·lels favorables van tenir una alta freqüència → la viabilitat de selecció manté al·lels rars, confinant la seva càrrega genètica als ambients on no tenen cap efecte, és a dir, són neutrals.

Conclusions

1. L'ús d'*Arabidopsis thaliana* permet estudiar la resposta evolutiva del canvi climàtic.
2. Cal una visió integradora de la biologia molecular, genètica, ecologia, tecnologia i estadística.
3. La genètica és una eina clau i molt potent.
4. L'adaptació local és una resposta evolutiva, per tal d'optimitzar els gens a l'ambient.
5. Donada la rapidesa en la que avança el canvi climàtic, hauríem de considerar el clima com a força selectiva clau en el impuls genètic de poblacions.

Objectius

- Determinar els factors climàtics implicats per tal que hi hagi una variació genètica.
- Indicar els gens implicats en l'adaptació local segons els factors climàtics.
- Esmentar el paper de la genètica i els mètodes utilitzats dins un tema actual com és el canvi climàtic.
- Determinar els principals efectes en les comunitats que s'han trobat, degut al canvi climàtic.
- Fer un recull d'*Arabidopsis thaliana* com a planta model.

Mètode

La revisió bibliogràfica s'ha realitzat mitjançant diferents bases de dades com WOK, Pubmed o Google Scholar. Les principals paraules clau són "climate change", "effects of climatic change", "global change", "*Arabidopsis thaliana*", "adaptation to climate change". A més s'han utilitzat eines dels cercadors per tal de fer cerques acurades, trobar citacions de treballs relacionats i veure el grau d'impacte.

3. Clàssicament en la biologia, els estudis observaven respostes fenològiques, fisiològiques i fenotípiques. Al llarg dels últims 20 anys, les limitacions tècniques s'estan deixant enrere. Amb les actuals tècniques de biologia molecular i genètiques podem anar un pas més enllà i començar a estudiar la component evolutiva de la resposta. [6]

Actualment, la genètica té disponible una sèrie de mètodes (associació de mapes, el locus de trets quantitius (QTL), cartografia, estudis de clines latitudinals o d'altitud, jardins i els experiments de trasplantaments recíprocs), per a la comprensió en mecanismes genètics d'importància ecològica i evolutiva. A més disposa de tecnologia informàtica i una gran quantitat d'informació. [9] [10]



SNPs + VARIABLES CLIMÀTIQUES + GWAS + COMMON GARDEN + ESTADÍSTICA

Figura 4: Il·lustració de les tècniques utilitzades en els articles. [9], [10] D'esquerra a dreta; bioinformàtica, common garden, mapa d'Europa de la temperatura mitjana a l'estiu.

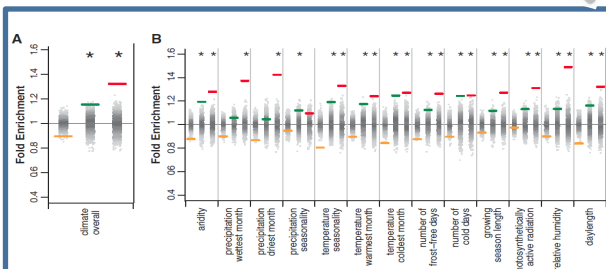


Figura 6: Gràfic de tipus de canvi (sinònim, no sinònim, neutre) en relació a les variables climàtiques juntes i separades (ariditat, precipitació del mes més plujós i més sec, temperatura del mes més calorós i més fred, nombre de dies sense gel, nombre de dies freds, PAR, humitat relativa i longitud del dia). * indica estadísticament significatiu p-valor 0.05 [10]

•SNP sinònims i neutrals, s'observa que els individus situats a diferents latituds no tenen canvis estadísticament significatius → poden funcionar com a reguladors i realment no estar segurs que el canvi no afecti a la funció o eficiència.
•S'observa una certa variació entre individus de diferents localitats, en mirar els SNP neutre i sinònims → fruit d'errors genètics a l'atzar.
•SNP no sinònims tenen una diferència estadísticament significativa segons l'origen geogràfic de l'individu → hi ha diferències segons patrons climàtics, tot i que encara desconeixem la funció i importància ecològica d'aquest SNP.

1. L'adaptació local pot limitar la capacitat d'evolució davant un ràpid canvi ambiental.
2. Els estudis poden no ser extrapolables a endemismes per la poca variació genètica.
3. En els articles exposats, hi ha falta de repetibilitat.
4. El Nombre de SNP's mesurats és molt elevat, per tant, qualsevol desviació pot donar valors significatius.
5. Sabem molt poc sobre com poden interactuar les poblacions adaptades localment sobre un clima futur.

[1] Walther, G. B., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. & Bairlein, P. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416 (6879), 389-395.
[2] Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 56-61.
[3] Bradley, R. S., Meko, M. E., & Hughes, M. K. (1999). Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical Research Letters*, 26(6), 759-762.
[4] Mitchell-Olds, T., and Schmitt, J. (2006) Genetic mechanisms and evolutionary significance of natural variation in *Arabidopsis*. *Nature*, Vol 441
[5] Petrucci, J., Filia, L. (2001). Responses to a warming world. *Science*, 294:793-795
[6] Shindo, C., Bernasconi, G., and Hardie, C. S. (2007). Natural genetic variation in *Arabidopsis*: tools, traits and prospects for evolutionary ecology. *Annals of Botany*, 99(6), 1043-1054

[7] Cao, J., Schneeberger, K., Ossowski, S., Günther, T., Bender, S., Fritz, J., and Weigel, D. (2011). Whole-genome sequencing of multiple *Arabidopsis thaliana* populations. *Nature genetics*, 43(12), 954-963.
[8] Aguin, J., and Schenck, S. W. (2012). Reciprocal transplants demonstrate strong adaptive differentiation of the model organism *Arabidopsis thaliana* in its native range. *New Phytologist*, 194(4), 1122-1132.
[9] Fournier-Level, A., Horton, A., Cooper, M. D., Nordborg, M., Schmitt, J., and Willink, A. M. (2011). A map of local adaptation in *Arabidopsis thaliana*. *Science*, 334(6052), 86-89.
[10] Hancock, A. M., Brachi, B., Faure, N., Horton, M. W., Jarmanowicz, L. B., Sperone, F. G., and Bergelson, J. (2011). Adaptation to climate across the *Arabidopsis thaliana* genome. *Science*, 334(6052), 83-86.
[11] Bradshaw, W. E., & Holzapfel, C. M. (2006). Evolutionary response to rapid climate change. *Science*, 312(5779), 1477-1478.